

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-303794

(43)Date of publication of application : 24.10.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/304  
B24B 37/00

(21)Application number : 2003-127128

(71)Applicant : WESTECH SYSTEMS INC

(22)Date of filing : 22.03.1991

(72)Inventor : HYDE THOMAS C

(30)Priority

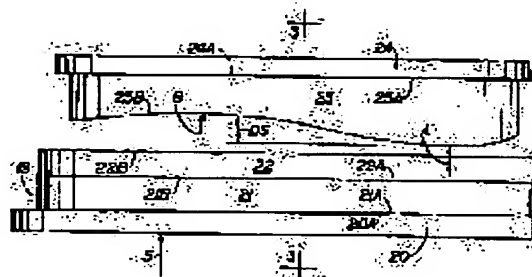
Priority number : 1990 497551 Priority date : 22.03.1990 Priority country : US

## (54) ABRASIVE PAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an improved abrasive pad capable of forming a planar surface.

SOLUTION: The abrasive pad (19) is used for polishing a semiconductor wafer having an embedded surface which is macroscopically flat and at least a pair of metal lines. The abrasive pad (19) comprises: a base (20); a first layer (21) which is linked with the base, has an outside surface arranged apart from the base and is composed of an elastic material having strain constant greater than 6 microns/psi when prescribed compressing pressure exceeding about 4 psi is received; and a second layer (22) which is linked with at least a part of the outside surface, has a polishing surface which is arranged at apart from the outside surface and is composed of an elastic material which has a strain constant smaller than that of the first layer when prescribed compressing pressure is received.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3560961

[Date of registration] 04.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-303794

(P2003-303794A)

(43) 公開日 平成15年10月24日 (2003. 10. 24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/304

B 2 4 B 37/00

識別記号

6 2 2

F I

H 0 1 L 21/304

B 2 4 B 37/00

テーマコード(参考)

6 2 2 F 3 C 0 5 8

C

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-127128(P2003-127128)

(62) 分割の表示 特願平3-506648の分割

(22) 出願日 平成3年3月22日 (1991. 3. 22)

(31) 優先権主張番号 4 9 7, 5 5 1

(32) 優先日 平成2年3月22日 (1990. 3. 22)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 593021345

ウェステック システムズ インコーポレ  
イテッド

アメリカ合衆国 アリゾナ州 85040 フ  
ェニックス イースト アトランタ アベ  
ニュー 3502

(72) 発明者 ハイド トーマス シー

アメリカ合衆国 アリゾナ州 85224 チ  
ャンドラー ノース プレントウッド ド  
ライヴ 1907

(74) 代理人 100059959

弁理士 中村 裕 (外5名)

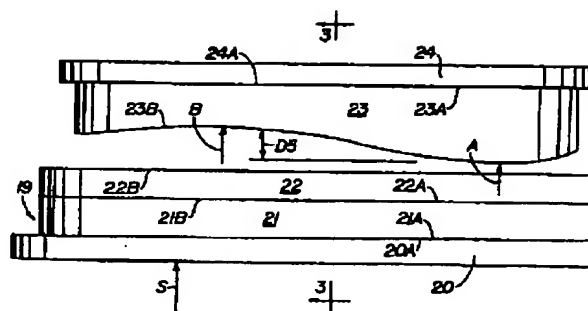
Fターム(参考) 3C058 AA07 AA09 CB01 DA13 DA17

(54) 【発明の名称】 研磨パッド

(57) 【要約】

【課題】 平坦な表面をつくり出すことの出来る改良された研磨パッドを提供する。

【解決手段】 本発明は、巨視的に平坦な埋設表面と、少なくとも1対の金属の線条と、を含む半導体ウエハを研磨するための研磨パッド(19)であって、ベース(20)と、ベースに連結され、ベースから間隔を隔てて配置された外側面を有し、約4 p s iを超える所定の圧縮圧力を受けたときに6ミクロン/p s iよりも大きい歪定数を有する弾性材料でできた第1の層(21)と、外側面の少なくとも一部に連結され、外側面から間隔を隔てて配置された研磨面を有し、所定の圧縮圧力を受けたときに第1の層の歪定数よりも小さい歪定数を有する弾性材料でできた第2の層(22)と、を含むことを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウエハであって、該半導体ウエハは、

巨視的に平坦な埋設表面と、

少なくとも1対の金属の線条と、を含み、

前記金属の線条の各々は、前記埋設表面に連結され、

前記金属の線条の各々は、前記埋設表面から離れるように実質的に等しい距離だけ延びており、

前記対になった金属の線条は、500ミクロンよりも小さい距離だけ互いに間隔を隔てて配置されており、

前記半導体ウエハは、前記金属の線条および前記埋設表面に亘って広がり、前記金属の線条および前記埋設表面を覆うコーティングをさらに含み、前記コーティングの上面が、巨視的には平坦で、かつ、微視的には凹凸を有する加工表面を構成している半導体ウエハを研磨するための研磨パッドであって、

該研磨パッドは、前記対になった金属の線条を露出させるように前記加工表面を微視的に平坦化し、前記研磨パッドは、(a) ベースと、(b) 前記ベースに連結され、前記ベースから間隔を隔てて配置された外側面を有し、約4psiを超える所定の圧縮圧力を受けたときに6ミクロン/psiよりも大きい歪定数を有する弾性材料でできた第1の層と、(c) 前記外側面の少なくとも一部に連結され、前記外側面から間隔を隔てて配置された研磨面を有し、前記所定の圧縮圧力を受けたときに前記第1の層の歪定数よりも小さい歪定数を有する弾性材料でできた第2の層と、を含み、前記研磨パッドは、前記金属の線条および前記コーティングが、すべての点で前記金属の線条および前記コーティングを通る中央平面から500オングストロームよりも小さい量の偏差を有するように研磨することを特徴とする研磨パッド。

【請求項2】 半導体ウエハであって、該半導体ウエハは、

巨視的に平坦な加工表面と、

前記加工表面にある隣接した金属の線条およびコーティングと、を含み、前記金属の線条は、前記コーティングと異なる速度で摩耗する半導体ウエハを研磨する研磨パッドであって、

該研磨パッドは、(a) ベースと、(b) 前記ベースに連結され、前記ベースから間隔を隔てて配置された外側面を有し、約4psiを超える所定の圧縮圧力を受けたときに6ミクロン/psiよりも大きい歪定数を有する弾性材料でできた第1の層と、(c) 前記外側面の少なくとも一部に連結され、前記外側表面から間隔を隔てて配置された研磨面を有し、前記所定の圧縮圧力を受けたときに約3ミクロン/psiよりも小さい歪定数を有する弾性可撓性材料でできた第2の層と、を含み、前記研磨パッドは、前記金属の線条および前記コーティングが、すべての点で前記金属の線条および前記コーテ

ィングを通る中央平面から500オングストロームよりも小さい量の偏差を有するように研磨することを特徴とする研磨パッド。

【請求項3】 半導体ウエハの加工表面であって、該加工表面は、

巨視的に平坦でかつ、前記加工表面がすべての点で、前記加工表面を通る中央平面から4ミクロンよりも小さい量の偏差を有する概して微視的に平坦である加工表面を研磨する研磨パッドであって、(a) ベースと、

(b) 前記ベースに連結され、前記ベースから間隔を隔てて配置された外側面を有し、約4psiを超える所定の圧縮圧力を受けたときに6ミクロン/psiよりも大きい歪定数を有する弾性材料でできた第1の層と、

(c) 前記外側面の少なくとも一部に連結され、前記外側表面から間隔を隔てて配置された研磨面を有し、前記所定の圧縮圧力を受けたときに前記第1の層の歪定数よりも小さい歪定数を有する弾性材料でできた第2の層と、を含み、

前記研磨パッドは、前記金属の線条および前記コーティングが、すべての点で前記金属の線条および前記コーティングを通る中央平面から500オングストロームよりも小さい量の偏差を有するように研磨することを特徴とする研磨パッド。

【請求項4】 前記金属の線条および前記コーティングを合わせた全領域は、16平方ミリメートルよりも小さいことを特徴とする請求項2に記載の研磨パッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は研磨装置で使用する研磨パッドに係わるものである。さらに具体的には、本発明は半導体ウエハの内部及び表面の下に微視的な金属の線条を形成し巨視的に平坦な表面で覆って形成された半導体ウエハの巨視的に平坦な表面を研磨して前記金属の線条を“露出化”し且つ平坦にするための装置に使用する研磨パッドに係るものである。

【0002】さらにより具体的に言えば、本発明は、半導体ウエハの表面から硬い材質部をも柔らかい材質部をも均等なレートで除去する事ができるところの半導体研磨パッドに係るものである。

## 【0003】

【従来の技術】半導体材料を研磨するための複合パッドは文献によって、例えば、ジェイコブセン他によるアメリカ合衆国特許第3504457号によってよく知られている。このジェイコブセン特許は、一つの弾性ポリウレタンより成る研磨層またはフィルム23と、弾性コルファムより成る中間層20と、化学的に不活性でより剛いニトリルゴムの層35を有する複合または多層構造の研磨パッドを発表している。ジェイコブセンの複合研磨パッドにおいては、より弾力的な層が半導体に隣接し、剛いニトリルゴム層が研磨される半導体からより遠くに設け

られている。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ジェイコブセンパッドのような弾性パッドは長い年月に亘って半導体研磨に使用され受け入れられてきたけれども、旧来の弾性パッド構造では巨視的な半導体表面の大部分の全体的な部分よりも高い(または低い)微視的な領域を含むか、あるいは軟質で、半導体の他のより硬い領域よりも速く摩耗して平坦化される領域を含む巨視的な半導体の表面を容易に均一に平坦化するものではなかった。とりたてて云えば、旧来のパッドは凹み易く高い領域の周囲部分の角をまるめる傾向があり高い部分が丸まった丘形となり易い。半導体材料表面の平坦性はフォトリソグラフ工程において極めて重要である。典型的なフォトリソグラフ工程においては、アルミニウム、タングステン、ポリシリコン、等の金属膜が半導体ウエハの表面に付着させられる。フォトレジストの層がスプレー等によって金属膜にコートされる。フォトレジストは感光性である。フォトレジスト層の上にマスクが置かれ、光が照射される。フォトレジストのマスクで隠れなかった部分は露光されて硬化する。マスクが取り除かれて、フォトレジストの露光されず硬化しなかった部分が薬品によって溶解除去される。フォトレジストが溶解除去されたあとの保護されない金属膜を別の薬品で蝕刻する。さらにまた他の薬品で平坦な半導体ウエハの表面に残った金属の線または条の上から露光硬化したフォトレジストを除去する。こうして硬化したフォトレジストを除去したあとに残る金属の線条の幅は、一般的に0.3乃至2.0ミクロンであり、好ましくは0.5乃至1.0ミクロンである。金属線条の厚みもしくは高さは、やはり0.3乃至2.0ミクロンの範囲、好ましくは0.5乃至1.5ミクロンの範囲である。二酸化シリコンまたは他の金属酸化物または絶縁材料が、平坦な半導体材料の金属線条と残りの未装領域の上にコーティング付着される。この金属酸化物コーティングの厚みもしくは深さは金属線条の高さ、例えば、0.3乃至2.0ミクロンよりも大きい。この金属酸化物層は金属線条の頂部が“露出化”するまで研磨される。この“露出化”は金属線条の上の金属酸化物を全て研磨し去るまで、或いは極く微小厚の金属酸化物層が残る程度にまで研磨し去ることをいう。金属線条はその間隙を埋めている絶縁コーティングよりも高い硬度をもつことがあるので、この様な場合には、層間の誘電層平坦化プロセスや金属線条と絶縁材の研磨プロセスにおいて、線条コーティングは金属線条の間隙部が削り込まれるために平坦な表面が得られない傾向がある。反対に金属線条が、その間隙を埋めている絶縁コーティング材料よりも低い硬度をもつこともあり、このような場合には金属線条の上の絶縁物質が研磨により全部除去された後も研磨を続けると、金属線条が削り込まれてしまう傾向がある。

【0005】半導体ウエハの表面に金属または金属様物質を付着させるのであるから、付着物質を研磨する主目的はこうした材料を平坦化或いは平面化する事であり、平滑化する事ではない。これに反して金属を研磨する主目的は基本的に金属の表面を平滑化する事である。平滑な表面を目的とする研磨と平坦な面を目的とする研磨との区別は重要な事であり、選ばれる研磨パッドの特性に影響する。滑らかな表面を得るのに効果的な研磨パッドが必ずしも、半導体材料に要求される高精度に平坦な平面を得るのに有用ではないだろう。

【0006】従って、異なる被研磨性を持った複数種の物質を有する半導体の表面を精確に平坦化する事が出来るところの改良された研磨パッドを提供する事が強く望まれている。

【0007】それが故に、本発明の第一の目的は、平坦な表面をつくり出すことの出来る改良された研磨パッドを提供する事にある。さらに本発明の第二の目的は、異なった硬度をもつ複合物から成る半導体材料の表面を効率的に高い精度に平坦化する事が出来るところの改良された研磨パッドを提供する事にある。

【0008】本発明の第三の目的は、異なる歪定数と異なる弾性係数の材料層をもった複合材から成る改良された研磨パッドを提供する事にある。さらに本発明の第四の目的は、弾性圧縮と回復のヒステリシスの影響を小さくしたところの改良された研磨パッドを提供する事にある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、半導体ウエハを研磨する改良された研磨パッドを提供する。本発明の研磨パッドは、半導体ウエハであって、該半導体ウエハは、巨視的に平坦な埋設表面と、少なくとも1対の金属の線条と、を含み、金属の線条の各々は、埋設表面に連結され、金属の線条の各々は、埋設表面から離れるように実質的に等しい距離だけ延びており、対になった金属の線条は、500ミクロンよりも小さい距離だけ互いに間隔を隔てて配置されており、半導体ウエハは、金属の線条および埋設表面に亘って広がり、金属の線条および埋設表面を覆うコーティングをさらに含み、コーティングの上面が、巨視的には平坦で、かつ、微視的には凹凸を有する加工表面を構成している半導体ウエハを研磨するための研磨パッドであって、該研磨パッドは、対になった金属の線条を露出させるように加工表面を微視的に平坦化し、研磨パッドは、(a)ベースと、(b)ベースに連結され、ベースから間隔を隔てて配置された外側面を有し、約4 p s i を超える所定の圧縮圧力を受けたときに6ミクロン/p s i よりも大きい歪定数を有する弾性材料でできた第1の層と、(c)外側面の少なくとも一部に連結され、外側面から間隔を隔てて配置された研磨面を有し、所定の圧縮圧力を受けたときに第1の層の歪定数よりも小さい歪定数を有する弾性材料でできた

第2の層と、を含み、研磨パッドは、金属の線条およびコーティングが、すべての点で金属の線条およびコーティングを通る中央平面から500オングストロームよりも小さい量の偏差を有するように研磨することを特徴としている。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】上記の本発明の目的および利点は、以下に記述する手段によって明らかである。以下これを図面に基づいて説明する。ここで、図面に即して本発明の実施例について説明するが実施例は本来本発明の説明の目的のために示すもので、本発明をこれに限定するものではない。図中各要素を示す番号は全図を通して対応する同一要素を示している。

【0011】図1は、パッドにかかる圧力Pに対する弾性パッドの圧縮量Dの関係を示すグラフである。図1において、P2はP1より大きくD2はD1より大きい。ポリウレタン材料では、一般的にD2はP1が4psiの時に約70ミクロンである。グラフにおいて線13は直線部12と曲線部11を含んでいる。グラフに見られるように多くの弾性材料はパッドにかかる圧力がある一定の値を超えると、圧縮量Dと圧力Pの関係はほぼ直線的なものとなる。直線部12の傾斜は歪定数を示し、受けた圧力に応じた圧縮量を与える。曲線部11は表面のけがが押しつぶされることによって現れるものであろう。

【0012】図2には、円筒状の研磨ヘッド24に半導体材料その他の円筒状被加工物或いはウエハ23が取り付けられている状態を示す。ヘッド24は円形の支持面24Aがありウエハ23の巨視的に平坦な底面23Aを受けている。ここにいう“巨視的に平坦”とは目視的に平面であることを意味し、“微視的に平坦”とは顕微鏡的に平面であることを意味する。ウエハの上側の加工表面23Bは巨視的に平坦であり面24Aと概ね平行である。加工表面23Bは顕微鏡的には凹凸があり、概して完全な平面は無い。加工表面23Bの凹凸は小さく、加工表面23Bの中央平面に対して0.1乃至4.0ミクロンの偏差の範囲内にある。例えば、図2のD5の寸法は一般的に2.0乃至3.0ミクロンのオーダーにある。

【0013】さらに図4において半導体ウエハの加工表面のウエハ中央平面からの偏差について説明する。すなわち図4において、ウエハ230は円筒形のヘッド24に装着されている、ヘッド24の円形の受け座面24Aはウエハ230の円形の巨視的に平坦な底面230Aを受けている。ウエハ230の上側の加工表面230Bもまた巨視的に平坦で概ね面24Aに平行である。加工表面230Bは顕微鏡的に見れば全面的に凹凸がある。この全面的にある凹凸は、図2の加工表面230Bにもあるように、図4において加工表面230Bに示されている。この図4の加工表面230B及び図2の加工表面23Bの凹凸は明らかに説明の為に誇張して表している、図4の1点鎖線15は中央平面を表している。図4の中

央平面15は、概ね面24Aに平行でありまた図の紙面に対して垂直である。中央平面15は面230Bと交わり、加工表面230Bの中央平面15の上下に存在する全ての点と中央平面15との寸法の総和は零である。中央平面15の下の方の点との寸法は負の値として扱われ、上方の点との寸法は正の値として扱われる。従って、図4において矢印Gで示される寸法は負の値となり、矢印Fで示される寸法は正の値となる。実際において、図4において矢印F及びGで示される寸法は約0.1ミクロン乃至4.0ミクロンの範囲にあり、中央平面15は完全に平面である。

【0014】図2に戻って、研磨パッド手段19は、円形の表面20Aを有する円筒形の金属ベース20を含んでおり、弾性パッド21は巨視的に平坦な底面21Aでベースの表面20Aに一般に接着剤層を介して付けられている。上側の巨視的に平坦な表面21Bは可撓性パッドの巨視的に平坦な下面22Aに接している。通常この面21Bと22Aを接合するために接着剤が用いられる。可撓性パッド22の上側の研磨面22Bは巨視的に平坦であり、表面20A、21A、21B、22A及び22Bは任意の形状寸法を与えられる。

【0015】図3は、図2における研磨パッド手段19と半導体ウエハ23のより詳細な構造を示すものである。ウエハ23は巨視的に平坦な埋設表面35を包含している、金属の線条31、32、33、34、36、及び38が各々埋設表面35に連結され、埋設表面から離れるように実質的に等しい距離だけ延びている。金属の線条31-34は、前に述べたフォトリソグラフ工程において埋設表面35上に形成される金属線或いは条をあらわすものである。埋設表面35に連結された金属の線条を形成する別の方法はトレンチ36および38を作るものである。図3において、コーティング30が金属の線条31から34及び36、38、を覆い埋設表面35を覆っている。コーティング30の金属の線条31から34を覆っている盛り上がった領域は、金属の線条31と32、32と33のような中間領域とは異なる速度で研磨される。矢印Tで示すコーティング30の最小厚みは、各金属の線条31-34が埋設表面35からの寸法より大きい。各金属の線条31-34は概ね同様な形状と寸法であるから加工物表面23Bはどの点においても埋設表面35からの寸法は金属の線条31-34の最上点と埋設表面35の寸法よりも大きい。トレンチ36及び38は一般に金属の線条31-34と同様な形状寸法である。ここで金属の線条31-34、36、38には任意の形状寸法を与え得るものである。本発明の研磨パッドは、金属の線条31-34の最上面の部分のみを“露出化”させるために、コーティング30の充分な厚みを除去して加工表面23Bを平坦化する必要がある場合において、特に有用である。このようにコーティング30の部分除去するに当たり望ましくは、研磨された

コーティング30の表面が平坦化されており、巨視的に平坦な埋設表面35に全般的に平行に倣うことである。図3には、説明のために埋設表面35及び加工表面23Bの凹凸を大きく誇張して描いてある。

【0016】図2において、弾性パッド22及び21が矢印Sの方向に加工表面23Bに対して(または互いに逆に)押し付けられるとき、パッド22と21は圧縮される。このときパッド22と21によってB位置において加工表面23Bに対して発生する圧力はA位置においてパッド22と21によって加工表面23Bに対して発生する圧力よりも小さい、それはパッド22及び21が加工表面23Bに対してA位置において圧縮される量がB位置においてよりも大きく圧縮されることから明らかである。

【0017】同様に図3において、加工表面23Bに対して作用する力F1及びF2はF3及びF4より大きい、これも同様にパッドが力F1、F2を発生する場所のほうが力F3、F4を発生する場所よりも多く圧縮されているからである。図3において、研磨パッドの研磨面22Bは加工表面23Bに対して摺動しながら回転する。シリカ、アルミナ、或いは他の研磨剤を懸濁させた水溶液が研磨面22B上に供給され、加工表面23Bを緩やかに研磨し平坦化する。研磨面22Bの加工表面23Bに対する回転の態様については図7に示す。図7において、円形の面22Bは矢印Wの方向に回転する。静止しているヘッド24が加工表面23Bを研磨面22Bに対して押し付ける。ヘッド24はそれ自身回転したり面22Bに対して移動したりする事が出来る。

【0018】研磨パッド手段19の目的は埋設表面35にはほぼ平行な巨視的に平坦な面を作ることであり、さらにまたコーティング30を研磨して得られる加工表面23Bが、4ミリ角すなわち16平方ミリメートルの方形のなかで、平面度偏差(以下TIRと略記する)が+或いは-200乃至500オングストロームの範囲内にある微視的に実質的に平坦な研磨面を得ることである。ここでTIR200オングストロームということは、加工表面23Bの16平方ミリメートルの範囲内が最高点と最低点の差が200オングストロームあるということである。TIRが200乃至500オングストロームであるということは、16平方ミリメートルの範囲内において中央平面からの+または-の偏差が100乃至250オングストロームの範囲内にあるということである。本発明の研磨パッドは16平方ミリメートルの範囲でTIR200-500オングストロームをつくり出すとき、このパッドは、好ましくは加工表面23Bの少なくとも4平方ミリメートルの範囲内でTIR200-500オングストロームを得るのに使用される。実際には本発明または改良された実施例では加工表面23Bの20ミリメートル角すなわち400平方ミリメートルの範囲内でTIR200-500オングストロームを得ることが望

まれる。コーティング30を研磨する際に問題となるのは、金属の線条31-34がしばしばコーティング30の材質とは異なる硬さと被研磨性を有するからである。例えば、もしコーティング30が金属の線条31、32よりも被研磨性が大きければ金属の線条31と32の間のコーティング部分は削り込まれて31と32の間は凹状の領域となる。コーティング30を研磨する上でもう一つの重大な問題は、コーティングが非常に薄く一般に2乃至3ミクロンであることで、重要なことはパッドの研磨面22Bがコーティング30の加工表面23Bの全体的な凹凸に倣う性質が在るということである。その様な全体的な凹凸は図4の矢印Gで示すように中央平面15から0.1-4.0ミクロンのオーダーにある。高い点は金属の線条31-34に起因し加工表面23Bの全体的な凹凸のうちで極く小さい部分を占める。コーティング30は概ね均等な厚みであるから、加工表面23Bの全体的な凹凸は埋設表面35の全体的な凹凸に概ね平行に倣う。もし表面22Bが完全に平坦で且つ完全に剛体であれば、図3における金属の線条31を覆っているコーティング30は、金属の線条33や34の上のコーティングが全く除去されないでも金属の線条31の辺りは埋設表面35まで研磨し去られるだろう。本発明の研磨装置は半導体材料上の軟質部が削り込まれることを最小に防止するもので、重要な点は、半導体材料の加工表面内にある全体的凹凸面から高い(あるいは低い)点の材料を削り取ることを防止或いは最小にとどめることにある。例えば、高い金属の線条31および32の間の距離が500乃至600ミクロンまでであり、31と32は金属線であり、コーティング30が金属酸化物絶縁材料または他の金属であって金属の線条31及び32より硬い或いは柔らかい或いは同等の硬さであるとき、本発明の研磨パッドは金属の線条31と32の頂点の間に展開する表面にまで平坦化し、200-300オングストローム以内に平坦化する。

【0019】本発明の実施において、研磨パッド手段19の弾性層22は層21より剛いもので、歪定数Dは層21に対して4乃至20psiの圧力が加えられたとき0.25-3.0ミクロン/psiの範囲にあるもので、層21の歪定数は6.0ミクロン/psiまたはそれ以上のものである。層21の歪定数はここでは4-20psiの圧力の時好ましくは6.0-12.0ミクロン/psiである。普通は、歪定数は図1における線13の概ね直線となる部分12の傾斜角を示す。層21の大きい歪定数はコーティング30の高低に従って弾性的に圧縮変形することを可能ならしめる。

【0020】層22の低い歪定数は、加工表面23Bから軟質の部分例えば金属の線条31と32の中間の部分の削り込むのを防止する。層22の低い歪定数Dは金属の線条31と32の間の様な領域を層22によって橋掛けするような作用をする。さきに述べたように、パッド

22は図3において矢印Eで示したような約500乃至600ミクロンまでの距離離れた領域に効果的に橋掛けを行う。本発明の実施にあたっては発泡ポリウレタンその他の発泡或いは弾性体等望ましい歪定数を持った材料が使用できる。

【0021】本発明の複合研磨パッドにおいて、達成されるべき研磨の態様とパッドに使用される材料が重要である。第1に、コーティング30を研磨する第1の目的は平坦化である。これは多くの研磨作業が面を平滑にする事を第1目的としているのとは対照的である。第2に、本発明の研磨パッドは、加工物の巨視的に平坦な表面の全て、もしくは大部分の点に同時に接触して表面を研磨し平坦化する。このタイプの研磨は、他の加工物の限定された範囲のみを研磨する。従って、点接触型研磨と言われるものとは異なるものである。第3に、本発明複合パッドの重要な特性はパッドに用いられる弾性層材料の歪定数Dである。しばしば材料の歪定数は融点、密度、柔軟性、硬さ、その他の物性に依存するとされるけれども、こうした仮定は正しく無い。以下に表1に物性比較表によって示す。

【表1】

プラスチック	比重	弾性係数	ロックウェル 硬さ
フェノール ホルムアルデヒド (アスベスト充填)	1.70	18.8	R100
フルフリル アルコール (アスベスト充填)	1.70	15.8	R100
塩化ビニール (可塑材なし)	1.40	4.5	R120

【0022】上の表においてフェノールホルムアルデヒドはフルフリルアルコールと硬さが同じであるのに弾性係数ははっきりと差がある。また、塩化ビニールはフルフリルアルコールよりも比重が小さいのに硬さが高い。弾性係数とは、歪と応力の比であり、物体がそれを歪ませようとする力に抵抗する度合いである。

【0023】図7において、パッド22の運動経路P1は経路P2に比してパッドの1回転中にウエハ23の下で圧接されている時間が長い。しかしながらパッド22の経路のP1、P2に関係なくパッド21及び22(図3及び図4をも参照)がウエハ23の下で圧縮される時間はおよそ同じである。これは図5にさらに詳細に示される、すなわち、研磨パッド手段19を構成する弾性パッドが圧縮されるに要する時間はパッド21および22がD4の距離を移動するに要する時間で示される。研

磨面22Bがウエハ23の丸みを帯びた縁50に接触してからウエハの下を矢印D4で示す距離を移動することにより研磨パッド手段19は矢印D3で示す寸法だけ圧縮される。表面22BがD3の寸法だけ圧縮されるに要する時間は一般的に0.001乃至0.003秒で標準的には0.002秒である。しかしながらその様な時間は0.003秒程度以下である。現在は、距離D3は約70ミクロンである。0.002秒の間に70ミクロンを圧縮することは圧縮変形速度が約1インチ毎秒ということになる。材料を早い速度で圧縮変形させれば材料は剛さを増すので圧縮に要する力も増加する。図6のグラフはこの現象を説明するものである。図6において、時間軸の0秒において図5の点60がウエハ23の加工表面23Bの下に進入しようとして丁度ウエハ23の外縁の位置に来ている。時間軸の0.002秒の位置ではパッド手段19の点60がウエハ23の下へ距離D4だけ移動し寸法D3だけ圧縮されている。理論上、点60がウエハの下へ距離D4だけ移動した時点において、パッド手段19がウエハ23に対して及ぼす力が第6図のグラフの点61で示す最大値をとる。パッド手段19上の点60がウエハ23の下をさらに進んで行くと、圧縮されたパッド21及び22がウエハ23に及ぼす力は次第に減少して行き、力の大きさは点60がウエハ23の下に移動して0.1秒の後になって図6のグラフの点62で示す大きさにまで減少する。このパッド21及び22の圧縮変形速度に基づいて、パッド手段19がウエハ23に対して及ぼす力が増加する現象は高い歪定数を持つ、従って、厚みの大きい弾性材料の効用を減殺する。また一方、高い歪定数は、それがウエハ23の加工表面23Bの凹凸に対して迅速に反応しそしてウエハ23に対してより均一な圧力を維持しながらウエハ23の加工面23Bの凹凸に対して良く順応するパッド21の性能を高めるのに望ましいのである。

【0024】発泡体その他を使用した弾性パッドに生ずるもう一つの問題はヒステリシスである。ヒステリシスとは、パッドの圧縮圧力を除いた後も元の形状に弾性的に回復しない傾向をいうものである。

【0025】ヒステリシスの問題を軽減するために、そして弾性材料の圧縮応力の圧縮速度による増加の問題を軽減するために、発明者は図8に示す複合パッドを発見した。このパッドは、弾性発泡材料22を含み、弾性発泡材料22は、その下に配置したガスを内包した気泡状中空体よりも非常に小さい歪定数を有する。空気、窒素、その他任意のガスが個々の気泡状中空体70に充填される。気泡状中空体70は相互に連結されても良いしまた1個ずつ積み重ね、あるいは詰め込まれても良いし、1個、或いはもっと多くの気泡状中空体を使用されても良い。個々の気泡状中空体70はガスまたは他の流体を完全に密封してある。またもし望むならば、一つの気泡状中空体は隣の気泡状中空体と連通しておりガスが



相互に流通し得るようになってどの気泡状中空体も単独に密封はされていないようにする事もできる、したがって一つの気泡状中空体が圧縮されるとき、ガスは隣の気泡状中空体のほうへ圧入される。このように気泡状中空体70の中のガスは圧縮変形速度に起因する圧力の増加及びヒステリシスの影響を最小にすることが出来る。本発明の実施技術の態様の一つとして、気泡状中空体70を円筒状の室71から取り除き、パッド22を室71の上部に気密的に且つ摺動可能にピストンのようにはめ込み、室71をガスで満たしパッド22が矢印Xの方向に圧縮されたとき、室71内の空気が圧縮されてパッドの研磨面22Bをウエハ表面の全体的凹凸に実質的に平行に做う力を及ぼすようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】研磨パッドに作用する圧力と歪の関係を示すグラフである。

【図2】凹凸のある微視的表面を有する半導体材料と半導体材料表面を平坦化するために使用される複合研磨パッドの側面を示す図である。

【図3】図2に示した半導体材料及び研磨パッドの詳細な構造を示す部分断面側面図である。

【図4】半導体材料の巨視的に平坦な中央平面の状態を

示す断面図である。

【図5】本発明の複合研磨パッドが半導体材料の下に移動して来たときの圧縮状態を示す断面図である。

【図6】弾性研磨パッドが半導体材料の下に移動してきた最初からの時間経過と、パッドが半導体材料に及ぼす圧力の関係を示すグラフである。

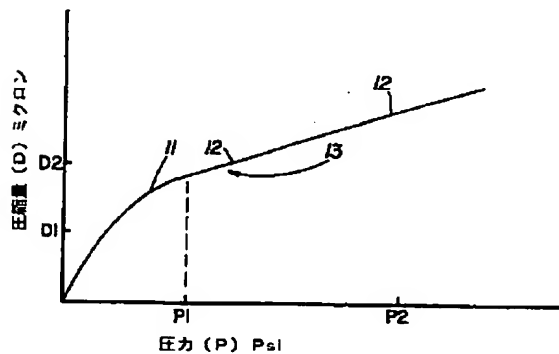
【図7】図2及び図5における研磨パッドとウエハ保持具を上から見た平面図である。

【図8】他の実施形態の研磨パッドの構造を示す断面図である。

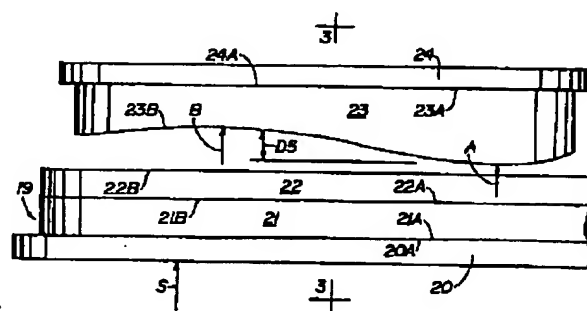
【符号の説明】

- 19 研磨パッド手段
- 20 金属ベース
- 21 弾性パッド
- 22 可撓性パッド
- 23 ウエハ
- 24 研磨ヘッド
- 30 コーティング
- 31、32、33、34 金属の線条
- 35 埋設表面
- 36、38 トレンチ
- 70 気泡状中空体

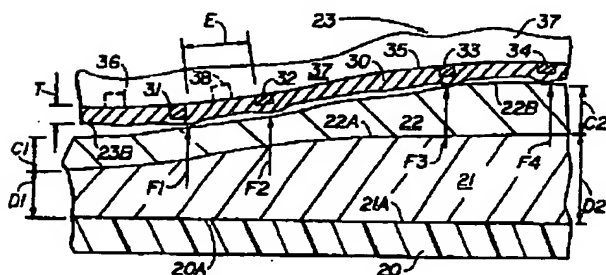
【図1】



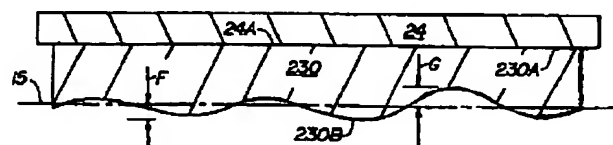
【図2】



【図3】

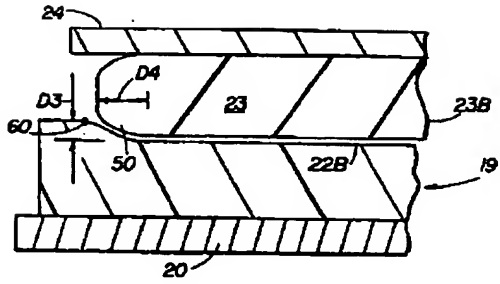


【図4】

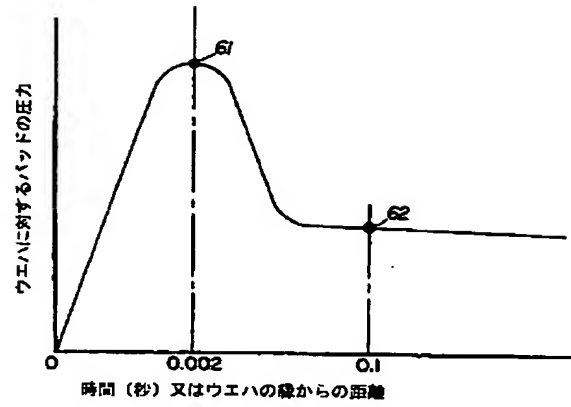




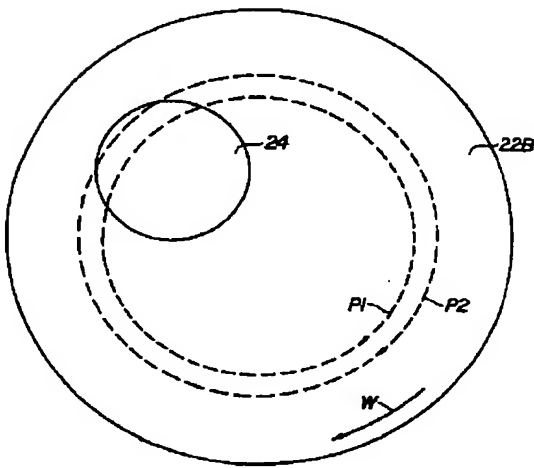
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

